Penser & construire avec les déblais de terre, ressource principale de nos villes. Le cas de Cycle Terre, première fabrique européenne de matériaux issue du recyclage des terres du Grand Paris

Expérience de terrain/retour critique

*Think & Build with excavated earth, the main resource of our cities. The case of
Cycle Terre, the first European factory of materials resulting from the recycling
of soil in Greater Paris*

Paul-Emmanuel Loiret

Édition électronique

URL : <https://journals.openedition.org/craup/7218>

DOI : 10.4000/craup.7218

ISSN : 2606-7498

Éditeur

Ministère de la Culture

Référence électronique

Paul-Emmanuel Loiret, « Penser & construire avec les déblais de terre, ressource principale de nos villes. Le cas de Cycle Terre, première fabrique européenne de matériaux issue du recyclage des terres du Grand Paris », *Les Cahiers de la recherche architecturale urbaine et paysagère* [En ligne], 11 | 2021, mis en ligne le 20 mai 2021, consulté le 15 février 2023. URL : <http://journals.openedition.org/craup/7218> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/craup.7218>

Ce document a été généré automatiquement le 15 février 2023.

Creative Commons - Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International
- CC BY-NC-ND 4.0

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Penser & construire avec les déblais de terre, ressource principale de nos villes . Le cas de Cycle Terre, première fabrique européenne de matériaux issue du recyclage des terres du Grand Paris

Expérience de terrain/retour critique

Think & Build with excavated earth, the main resource of our cities. The case of Cycle Terre, the first European factory of materials resulting from the recycling of soil in Greater Paris

Paul-Emmanuel Loiret

NOTE DE L'AUTEUR

Ce texte est en partie tiré d'un passage rédigé par Paul-Emmanuel Loiret & Serge Joly, architectes dans le *Guide Cycle Terre*, écrit avec la collaboration de Sophie Bioul (amàco), Martha Goriatcheff-Madsen & Mahaut Collard de Soucy.

Introduction

- 1 Cycle Terre est une expérimentation visant à démontrer qu'il est possible de réutiliser les déblais de terre de chantiers comme ressource principale pour la fabrication de matériaux écologiques en terre crue afin de construire et réhabiliter la ville. Cette solution a un double intérêt. Premièrement, remplacer en partie les matériaux conventionnels, issus pour l'essentiel de la cuisson très énergivore de matière (ciments, métaux, terre cuite, polymères...), pour de nombreuses utilisations dans le bâtiment

(parois intérieures, murs de refends, remplissage de façades...) permettant ainsi de baisser fortement le carbone embarqué (énergie grise) dans la construction. Deuxièmement, réintégrer cette ressource considérée aujourd'hui comme un déchet à évacuer et à stocker, dans un cycle de la matière local¹ et véritablement durable.

- 2 Si l'intérêt pour ce matériau augmente ces dernières années, la terre crue demeure néanmoins marginale dans la construction à l'échelle nationale et européenne. Parmi les raisons qui peuvent en expliquer la faible utilisation, les retours d'expérience pointés depuis maintenant cinq ans montrent :
- 3
 - une image relativement péjorative encore associée au matériau ;
 - une méconnaissance des maîtres d'ouvrage et des maîtres d'œuvre à l'usage de ces techniques ;
 - un défaut de lisibilité et un manque important de référentiels techniques ;
 - une perte de savoir-faire des entreprises de construction ;
 - un surcoût actuel des matériaux « artisanaux » dans un contexte hyperindustrialisé où l'énergie de transformation nécessaire pour produire des matériaux « artificiels » est beaucoup moins chère que la main-d'œuvre, à force de travail équivalent².
- 4 L'ensemble de ces paramètres, imbriqués les uns avec les autres, nécessite d'aborder cette problématique de façon systémique. Une telle approche permet d'orienter le choix des leviers à actionner pour tisser des dynamiques relationnelles et opératoires entre les acteurs potentiels de la filière afin de libérer son développement.

État des lieux de la construction en terre crue

- 5 La terre crue est utilisée dans la construction depuis près de 11 000 ans. C'est un matériau encore parfaitement maîtrisé de manière empirique par la plus grande partie des cultures vivantes. Plus récemment, de nombreux architectes, parmi lesquels des lauréats du célèbre Pritzker Prize, ont réalisé des édifices remarquables en partie en terre crue : Renzo Piano en Italie, Amateur Architecture Studio en Chine ou Herzog & De Meuron en Suisse.
- 6 L'approche de ces architectes s'appuie sur une réadaptation des techniques anciennes, sur la maîtrise de nouvelles méthodes de fabrication et de mise en œuvre et sur de récentes avancées scientifiques ayant permis une connaissance croissante de la matière en grains et des argiles. Depuis plus de quarante ans, des laboratoires comme le CRAterre de l'École nationale supérieure d'architecture de Grenoble (ENSAG), et plus récemment le laboratoire MATEIS de l'Institut national des sciences appliquées (INSA) de Lyon, le laboratoire Génie civil et bâtiment de l'École nationale des travaux publics de l'État (ENTPE) ou le laboratoire Granulats et procédés d'élaboration des matériaux (GPEM) de l'Ifsttar/université Gustave Eiffel³, développent une connaissance pointue sur le matériau.
- 7 En Île-de-France, le concours international « Réinventer. Paris », en 2015, a donné l'opportunité à des équipes de concepteurs de présenter des projets apportant des solutions nouvelles aux problématiques contemporaines de l'acte de faire la ville. Parmi ceux-ci, le projet « Réinventer Paris en terre, terre à bâtir/terre à nourrir », de l'agence d'architecture Joly & Loiret, propose l'hypothèse d'une construction en terre crue d'une douzaine d'étages et haute de quarante-cinq mètres, réalisée à partir de déblais de chantier du Grand Paris sur la base d'une première campagne d'analyse de déblais

financée par l'agence et réalisée par le CRAterre (fig. 1). Une hypothèse inspirée d'un article de 2013 du journal *Le Monde* faisant état de la problématique des déblais en Île-de-France⁴. Ce projet expérimental de tour, non-lauréat mais très commenté, fut présenté par l'équipe du projet comme un étendard, voire un « cheval de Troie » pour introduire la construction en matières naturelles peu transformées dans la ville.

Figure 1 : Projet de tour en terre crue, concours « Réinventer. Paris », 2015.

Crédits : Paul-Emmanuel Loiret et Serge Joly, Architectes

- 8 L'expérimentation et la recherche sur la potentialité des déblais de terre inerte a été prolongée dans le cadre de l'exposition *Terre de Paris, de la matière au matériau*, qui s'est tenue au Pavillon de l'Arsenal, en 2016-2017⁵. Paul-Emmanuel Loiret et Serge Joly, commissaires de l'exposition, et leurs partenaires scientifiques amàco et le CRAterre, y ont démontré qu'il était possible de réutiliser les terres de déblais du Grand Paris pour construire en terre crue⁶. Hypothèse corroborée par la réalisation récente, à Villepreux dans les Yvelines (décembre 2020), du premier bâtiment francilien construit en partie avec ces déblais de terre (fig. 2)⁷.

Figure 2 : Groupe scolaire Thomas Pesquet, Villepreux, Paul-Emmanuel Loiret et Serge Joly, architectes. Murs et doublages en Briques de Terre crue Extrudée, Torchis, enduits de finition.

Cloison enduite en terre crue issue de déblais de chantiers d'Ile de France

Photo : Paul-Emmanuel Loiret,

- 9 L'exposition à aussi montré que la grande diversité des sols, issues d'un mille-feuille de strates sédimentaires, permet de fabriquer une large famille de matériaux écologiques contemporains, contrastant avec l'image commune « rurale » et « pauvre » de la construction en terre. De surcroît, en Île-de-France, les travaux du Grand Paris Express dopent la production de déblais, mais participent aussi à une meilleure connaissance des sols franciliens, grâce aux sondages réalisés pour préparer les chantiers, près de 5 000 au total.
- 10 L'ensemble de ces dynamiques s'inscrit dans une démarche de redécouverte de la terre comme matériau d'avenir pour les constructions urbaines contemporaines, car en plus d'être un matériau très faiblement carboné, il a un faible impact sur la biodiversité du fait du recyclage plutôt que de l'extraction en carrière à ciel ouvert. Aujourd'hui, tous les indicateurs des problèmes écologiques engendrés par l'usage de matériaux issus de l'industrie nous invitent à construire de manière plus frugale et durable. Les matériaux en terre crue, comme l'ensemble des matériaux bio- et géo-sourcés peu transformés (ou matériaux dits naturels), répondent aux problématiques écologiques et sociales actuelles et bénéficient d'une conjoncture favorable à leur développement.

La question des déblais

L'ampleur des déblais en Île-de-France

- 11 Les terrassements préalables aux réalisations des édifices, des infrastructures, des routes et des réseaux de transports ont généré en 2010, 18 millions de tonnes de déblais de terres inertes en Île-de-France, hors terres polluées et déchets non inertes évacués

par d'autres réseaux. Les chiffres devraient atteindre autour de 30 millions de tonnes annuelles avant 2025, avec l'augmentation des chantiers et des travaux du Grand Paris Express⁸. Soit 400 à 500 millions de tonnes entre 2015 et 2030. Traduits en volume, ces déblais représentent un tas gigantesque de deux fois la hauteur de la tour Eiffel (fig. 3).

Figure 3 : Quantité des déblais en Île-de-France à l'horizon 2030.

Crédits : Paul-Emmanuel Loiret et Serge Joly, Architectes / Arnaud Misse, Architecte.

- 12 L'enjeu économique de ces quantités, estimé à plusieurs milliards d'euros⁹, est aussi préoccupant que l'impact écologique : même si aujourd'hui de nouveaux débouchés sont en train d'être développés par les recycleurs, en 2016, seuls 20 à 30 % de ces déblais étaient retraités pour être recyclés, généralement en produits de sous-couche routière ou de remblaiement divers.

De la terre au déblai, du déblai au déchet, du déchet à la ressource

- 13 Selon l'article L541-1-1 du Code de l'environnement, les terres excavées prennent le statut de déchet si le détenteur s'en défait ou a l'intention de s'en défaire. Considérées aujourd'hui comme impropres à l'usage, selon les conclusions du Predec en 2015 (plan régional de prévention et de gestion des déchets issus des chantiers du bâtiment et des travaux publics), elles sont en grande majorité envoyées directement en « installations de stockage de déchets inertes » (ISDI). Ces terres sont ainsi stockées soit dans des carrières de comblement (anciennes carrières de granulats par exemple), soit hors sol, sur d'anciens terrains agricoles. Particulièrement encombrants à stocker, et polluants à déplacer¹⁰, les déblais de chantier posent une question de fond car, simultanément, la surface de stockage francilienne disponible tend à diminuer du fait de l'artificialisation des sols. Aujourd'hui, la capacité de stockage régionale annuelle décroît, car il est naturellement de plus en plus difficile, dans un territoire délimité, de trouver du foncier pour accueillir de telles installations.
- 14 Néanmoins, la reconnaissance des caractéristiques physiques de cette matière accompagnées des analyses géologiques menées dans le sol du Bassin parisien, montre une riche variété de terres. Celles-ci contiennent notamment une grande quantité d'argiles et de silts (limons), peu valorisés selon les processus actuels, mais nécessaires pour constituer des matériaux en terre crue par assemblage avec les sables, les graviers et les cailloux. Ainsi, dans une même région, en fonction de la géographie des chantiers, de la géologie du sol, mais aussi de la profondeur de forage et donc des différentes

strates atteintes, la nature des excavations diffère. La ressource s'en trouve variée, permettant la création d'une multitude de matériaux adaptés à la construction.

Les déblais, un intérêt commun

- 15 La possibilité de ces débouchés pour le recyclage des déblais d'Île-de-France favorise l'émergence de nouveaux projets urbains et architecturaux. Ce fut le cas en 2017 avec la Manufacture sur Seine à Ivry, une opération de 60 000 m² lauréate suite à l'appel à projet « Réinventer la Seine » (fig. 4). L'équipe de maîtrise d'œuvre et de maîtrise d'ouvrage a répondu en plaçant la terre de réemploi au cœur de ce futur quartier urbain. Dans sa mise en œuvre, cette proposition, suffisamment importante pour porter une impulsion forte au démarrage de la filière en Île-de-France, allait pour autant être confrontée aux obstacles mentionnés plus haut en introduction et, plus spécifiquement, à trois blocages majeurs :
 - 16 - l'absence globale de réglementation ou normalisation à l'exception de guides de bonnes pratiques, d'ATEX¹¹ de type A ou de type B ponctuels, ou de la norme XPP13-901 sur la maçonnerie ;
 - le très faible nombre d'entreprises connaissant la mise en œuvre de la terre crue ;
 - la très faible disponibilité de matériaux en terre crue.

Figure 4 : Projet d'un quartier en terre crue, Ivry-sur-Seine. Concours Lauréat « Réinventer la Seine », 2017.

Credits : Quartus Immobilier, Amateur Architecture Studio, Paul-Emmanuel Loiret et Serge Joly, Architectes, Lipsky + Rollet Architectes

- 17 Face à ce constat, il est apparu essentiel d'aider à la mise en place d'un groupement d'acteurs autour d'un projet comme Cycle Terre, à même d'identifier et de lever simultanément les différents leviers de blocage du secteur.

Le projet Cycle Terre, la fabrique de matériaux en terre crue

Constitution d'un groupement et gouvernance

- 18 Initialement composé de Grand Paris Aménagement, de la ville de Sevrans, du bureau d'études Antea Group et de Paul-Emmanuel Loiret et Serge Joly, architectes, le groupement a fait émerger l'idée d'un site de production de matériaux recyclant des terres de déblais dans le cadre de l'appel à projet « Urban Innovative Actions » (UIA)¹² qu'il remporte en 2017, associé à huit partenaires. Le groupement s'élargit en 2019 à treize acteurs, avec l'idée que le projet intègre des compétences allant de la connaissance des sols jusqu'à la maîtrise d'ouvrage privée et publique. Les treize partenaires représentent ainsi un réseau de compétences qui s'articulent autour du cycle de la terre crue :
- 19
- la ville de Sevrans s'occupe du pilotage du projet et des relations institutionnelles ;
 - l'aménageur Grand Paris Aménagement (GPA) est copilote du projet et prend en charge la diffusion et l'information auprès des maîtres d'ouvrage ;
 - le bureau d'études techniques Antea Group est responsable des études environnementales et des analyses géologiques ;
 - Paul-Emmanuel Loiret et Serge Joly, architectes, conçoivent l'édifice, participent au guide de la construction en terre et aux formations ;
 - le promoteur immobilier Quartus porte l'investissement de la construction et du *process* et fait le relais avec GPA auprès des maîtres d'ouvrage ;
 - le centre de recherche amàco est responsable de la sélection des terres, de la formulation, de la conception du *process* des extrusions, du guide et de la formation ;
 - le laboratoire CRATERRE-ENSAG pilote la conception des *process* de fabrication des blocs et des enduits et participe à la formation ;
 - le Labex AE&CC-ENSAG est responsable de la certification pour l'évolution de la réglementation et du développement des systèmes constructifs ;
 - l'université Gustave Eiffel (IFFSTAR) évalue les impacts du projet sur le métabolisme urbain et le carbone lié aux transports ;
 - le laboratoire Science Po évalue la gouvernance du projet¹³ ;
 - le centre de formation Compétence emploi s'occupe des formations et emplois en réinsertion locale attachés à Cycle Terre ;
 - la Société du Grand Paris participe aux comités de pilotage et informe de ses déblais ;
 - la société de stockage de terres ECT porte l'investissement du centre de préparation des terres et gère l'approvisionnement en terres préparées avant formulation.

Les objectifs de Cycle Terre

Faire émerger une filière complète de la terre crue en Île-de-France

- 20 Depuis 2017, les objectifs opérationnels affichés du projet Cycle Terre se sont organisés autour de trois grandes thématiques :
- 21 - **La production de matériaux.** Son lancement est prévu à l'été 2021, suite à l'amélioration de la connaissance de la matière présente en Île-de-France, à la préparation des terres adaptées dans un centre *ad hoc*, puis à la mise en place des

différentes lignes de production. Ces dernières pourront recycler à terme environ 10 000 tonnes de déblais par an issus de sols excavés franciliens.

- **L'évolution de la réglementation.** Elle est en cours avec la rédaction de nouveaux référentiels techniques pour la construction en terre crue. Trois appréciations techniques expérimentales (ATEX) sont produites avec le Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB) afin de sécuriser et assurer les usages et ainsi favoriser initiatives et investissements.

- **La formation et la communication.** Des actions ont été lancées dès le début de l'opération avec une formation organisée à proximité du site d'une douzaine de compagnons en réinsertion professionnelle. Une partie de ces derniers pourront intégrer le personnel de la Fabrique, une autre les entreprises de construction. Des financements complémentaires sont en cours de montage pour poursuivre la formation des professionnels du bâtiment (maîtres d'œuvre, maîtres d'ouvrage, entreprises de construction). La diffusion de la connaissance sur le matériau est par ailleurs assurée par le site web de la SCIC, par de la documentation en ligne, par un guide de mise en œuvre en cours et par un webinaire d'information bimensuel¹⁴. Au-delà de l'acculturation au matériau des acteurs de l'acte de bâtir en Île-de-France, un des objectifs est de faciliter la reproduction de cette expérimentation sur d'autres communes du Grand Paris et dans d'autres métropoles européennes via la publication des rapports de travail en libre accès en fin d'expérimentation.

Métabolisme et cycle de la matière

- 22 Dans le cadre d'un chantier classique, des premiers coups de pelleuses jusqu'à la livraison du bâtiment, la production des déchets de construction constitue des externalités qui représentent de lourdes charges pour la société et pour la biosphère. Comment tâcher de les réintégrer dans le cycle de la matière en dépassant l'idée d'une croissance économique basée sur le modèle du « prendre, produire, consommer, jeter¹⁵ » ?
- 23 En s'inspirant du concept d'économie circulaire, la fabrique Cycle Terre, espace-temps de transformation de la matière en matériaux, offre une voie alternative au modèle linéaire non pérenne de la production de déblais et de leur mise en décharge : la création d'une filière de matériaux en terre crue par le biais d'un cycle de revalorisation des terres. Ce cycle comporte différents points, qui peuvent se rapporter au concept de Bocken *et al.* (2016), *closing, narrowing, slowing the loop* (fermer, réduire et ralentir la boucle des ressources)¹⁶ :
- 24 - créer une boucle de seconde vie par le recyclage des terres ;
- réduire l'extraction des ressources nécessaire à la production de matériaux neufs par le recyclage des terres ;
- fabriquer un matériau très peu carboné, réemployable et surtout recyclable à volonté dans la mesure où il n'est pas stabilisé avec du ciment ou de la chaux.

Figure 5 : Cycle de revalorisation des terres de déblais en Île-de-France.

Crédits : Paul-Emmanuel Loiret et Serge Joly, Architectes, Martha Goriatcheff-Madsen.

- 25 En proposant un système qui agit en amont de la mise en décharge afin de mettre la terre dans un cycle de la matière vertueux avant qu'elle ne soit stockée en déchet, la matière-déchets devient matière-ressource et permet par ailleurs :
- 26 - une diminution du stockage de déchets et donc moins d'artificialisations des sols et plus de terres agricoles conservées et une réduction globale de l'impact sur la biodiversité en prenant la place d'autres matériaux plus impactants (ciment, granulats, aciers...) ;
- une diminution des importations de matières-ressources et de matériaux depuis l'extérieur de la région ;
- une relocalisation de la production des matériaux et des emplois inhérents favorisant une plus grande résilience du système ;
- et par là même, une diminution des pollutions inhérentes (air, sol, eau).
- 27 Le cycle de la terre est donc intégré dans une dimension urbaine, sociale, économique et environnementale à l'échelle régionale.
- 28 Enfin, Cycle Terre, système complexe d'acteurs et de matière, peut tout aussi bien être considéré comme une succession de cycles superposés : le cycle de production de la fabrique, le cycle des transports, le cycle de la matière transformée, le cycle des formations à la construction en terre... Des cycles qui demandent eux-mêmes à être qualifiés selon des perspectives différentes, économiques, temporelles, environnementales, sociales, etc.

La fabrique Cycle Terre

Les structures de portage du projet, cyclinvest et la SCIC Cycle Terre

- 29 Le partenariat prenant fin avec le financement européen en octobre 2021, une société d'investissement assurant le portage de la construction et des *process* et une société coopérative d'intérêt collectif (SCIC) gérant l'exploitation ont été créées pour

poursuivre le projet. Cette société coopérative est composée de certains des partenaires initiaux : Paul- Emmanuel Loiret (président de la SCIC, MUE-expériences), Quartus, ECT, Amaco, Atelier Serge Joly, Nama, la ville de Sevrans, et de membres invités aux collèges décisionnaires : Étienne Gay (briquetier) et les futurs salariés de la société.

- 30 La gouvernance du projet, puis de la SCIC, se base une charte signée par les partenaires pour délimiter les enjeux, comprendre les intérêts et divergences de chacun et s'entendre sur les conditions de création d'une filiale terre vertueuse en Île-de-France. Cette charte fixant les valeurs fondamentales du projet est reprise de la déclaration de clôture du colloque mondial *Terra 2016*, organisé à Lyon du 11 au 14 juillet 2016. Elle rappelle les valeurs éthiques, essentiellement environnementales et sociales, non négociables que cette ressource doit continuer de porter entre l'humain et la Terre.

La fabrique Cycle Terre

- 31 Dès le début de l'expérimentation, un des enjeux centraux du projet a été de déterminer l'échelle et l'emplacement de l'unité de production. D'une part pour faciliter le flux de matière entrant et sortant, sa transformation et sa distribution, d'autre part pour favoriser un potentiel renouveau du dynamisme urbain. Le choix s'est porté sur la création d'une fabrique, qui, comme l'indique sa dénomination, privilégie une morphologie et une échelle adaptée à une zone urbaine. La fabrique se situe entre le grand équipement industriel et le petit atelier artisanal ; elle est un espace de production mais aussi un lieu de vie, ouvert sur la ville, dans la ville. Le choix d'une fabrique plutôt que d'une usine témoigne d'un système inclusif où les acteurs de Sevrans, engagés dans la valorisation des terres de déblais, se sentent opérer dans leur ville. Ne pas rejeter la production à l'extérieur de ses limites est un point essentiel pour Cycle Terre, afin de donner aux acteurs internes à la fabrique un sentiment d'appartenance à leur localité et de proposer aux acteurs extérieurs une vitrine de savoir-faire, de production, de réflexion et d'opportunités « en ville ».
- 32 Située dans la commune de Sevrans, à proximité de la gare de Sevrans- Beaudottes de la ligne du RER B, future gare du Grand Paris Express en chantier, la Fabrique est un lieu où la matière croise les habitants, un lieu où l'on se forme, où l'on apprend, où l'on se rencontre et où l'on partage. Dans une ville comme Sevrans, marquée par l'effondrement de son passé industriel à la fin du XX^e siècle, et par là même à l'explosion des taux de chômage et de pauvreté, la fabrique Cycle Terre apporte ainsi, au-delà des emplois pérennes, une image valorisante et d'espoir.

Figure 6 : Projet Cycle Terre, perspective du permis de construire.

Crédits : Paul-Emmanuel Loiret et Serge Joly, Architectes

- 33 Le bâtiment de la fabrique se présente comme un ouvrage à haut volume redécoupé par quatre toitures doubles pentes pour affirmer une échelle plus domestique d'ateliers (fig. 6). En termes d'organisation fonctionnelle, un espace extérieur couvert fait office de respiration et d'espace intermédiaire entre la rue et la zone de production : il s'agit de la zone d'accueil à la fabrique et de chargement des produits finis (RDC). Au-dessus, une mezzanine dessert les bureaux, le laboratoire et les locaux du personnel (R+1). Les espaces nécessaires au processus de la fabrique (zone de livraison, tunnel de séchage, zone de production et zone de stockage des produits finis) se trouvent en retrait de la rue. La zone de stockage des terres et fibres se situe à l'arrière du bâtiment (fig. 8). Les terres seront ainsi apportées depuis le centre de préparation des terres installé à quelques kilomètres du site. Dans la fabrique, elles seront mélangées selon des formulations précises puis passées dans les différentes filières de production : blocs de terre comprimés (BTC), enduits et mortiers, panneaux extrudés. Ces matériaux seront ensuite mis pour certains à sécher dans le séchoir solaire puis stockés pour la vente en région parisienne.

Figure 7 : La fabrique Cycle Terre. Fonctionnement.

Conclusion

- 34 Le projet Cycle Terre constitue un travail à grandes ramifications visant au recyclage de la ressource principale présente dans les sous-sols de la métropole parisienne. Il offre, d'ores et déjà, une lecture opérationnelle aussi bien que réflexive autour du cycle de la terre. La fabrique Cycle Terre apparaît quant à elle aujourd'hui comme le fer de lance du développement de la filière terre crue en Île de France, voire en Europe ; elle a servi d'éclaireur à des projets comme « Terre de Bruxelles », porté par BC Matériaux, ou pour des professionnels français du bâtiment désireux d'opérer une transition écologique de leurs modèles constructifs. L'échelle moyenne de la Fabrique vise par ailleurs une répliquabilité aisée en zone urbaine afin de réduire les distances de transports entre les sites de production de matériaux et les chantiers de mise en œuvre.

Figure 8 : La fabrique Cycle Terre en chantier, mars 2021.

Photo : Paul-Emmanuel Loiret.

- 35 Néanmoins, pour en arriver à ce stade, il a été nécessaire, dans un premier temps, de prévenir les situations de blocages idéologiques et de préjugés qui ont été fatales à d'autres initiatives précurseurs du développement de cette filière, comme les expériences d'Hassan Fathy en Égypte dans les années 1960, ou le Domaine de la terre en Isère dans les années 1980. Le point crucial ayant favorisé le basculement de l'idée reçue générale plutôt très défavorable à ce type de matériau fut probablement le rôle joué par l'exposition *Terre de Paris, de la matière au matériau* pour opérer son changement d'image, afin d'en faire un matériau « urbain, écologique, social et contemporain » ; un matériau porteur de valeurs communes que chacun peut reprendre à son compte afin de dépasser la « modernité » des matériaux industriels. Ensuite, il fut essentiel, et c'est encore en cours, de lever les blocages structurels du secteur du bâtiment dont les acteurs s'attendaient les uns les autres – le promoteur attendait que les clients souhaitent de la terre avant de proposer ce type de projet à la vente, le producteur de matériaux attendait que l'entreprise de construction lui passe commande, l'entreprise de maçonnerie attendait une commande ferme avant de former ses artisans, les architectes et les ingénieurs attendaient que la réglementation évolue avant de pouvoir proposer des solutions architecturales assurables aux maîtres d'ouvrage, etc. Il a été impératif pour ces actions d'aborder la question de manière systémique, en considérant tous les enjeux à la fois (communication, recyclage de la matière, formation, réglementation, création de la demande, développement de techniques nouvelles, etc.).
- 36 Au-delà de ces engagements pour aider au développement de la filière terre crue en Ile de France, et c'est probablement le sujet essentiel, construire en terre peut surtout amener les concepteurs à (re)penser la composition architecturale à partir de la ressource. Offrir de nouvelles ambiances, de nouvelles qualités spatiales. En effet, imaginer la forme de l'édifice et son système constructif global incluant structure, enveloppe et aménagements intérieurs, ne doit pas être, dans le cadre de la construction en terre crue, voire avec l'ensemble des matériaux naturels peu transformés (bio- et géo-sourcés), une prise de décision *a posteriori*. À l'image de

l'invention de l'architecture moderne au début du XX^e siècle (toitures-terrasses, fenêtres en longueur, expression lissée de la matière, etc.), qui s'appuyait sur la connaissance émergente de la construction en béton, la terre demande de repenser notre approche conceptuelle. Il ne s'agit plus ainsi de concevoir des projets et de se demander quels seront les matériaux et les systèmes constructifs adéquats à sa réalisation, mais d'inverser le paradigme de la conception en l'adaptant à la matière-ressource. L'usage de la terre implique, dans la même veine, de retrouver une approche physique du site. Il est en effet important de dépasser une observation contextuelle purement « culturelle » (approche économique, historique, technique, réglementaire, typologique, matérielle... de l'intégration du projet d'architecture à son site) et de l'ouvrir à une logique d'ordre « naturel ». Les données physiques, comme les précipitations, la force et l'orientation du vent, les risques sismiques, l'ensoleillement, les températures, l'humidité de l'air, le vivant, etc., sont aussi autant de phénomènes de nature à orienter la forme de l'édifice et le choix et l'emplacement des matériaux qui le compose.

- 37 Ce faisant, peut se créer par là même – et collectivement – un récit commun. Un récit qui relie les grands sujets d'aujourd'hui à travers une histoire compréhensible par tous, fédérant autour d'elle des citoyens et des acteurs de l'acte de bâtir vers un objectif partagé, celui d'une architecture et d'une métropole plus adaptée à son milieu, plus locale, moins carbonée, plus résiliente, plus ancrée et plus poétique, car aussi construite sur les bases de son propre sol.

BIBLIOGRAPHIE

Agnès Bastin et Éric Verdeil, « L'émergence d'une politique publique des terres en Île-de-France. Réflexions à partir du cas de Cycle Terre », dans Bernard Landau et Youssef Diab (dir.), *La terre dans tous ses états*, Paris, Presses des Ponts, 2021.

N. M. Bocken, I. de Pauw, C. Bakker, et B. van der Grinten, « Product design and business model strategies for a circular economy », *Journal Of Industrial And Production Engineering*, 33 (5), 2016, pp. 308-320.

Commission européenne, « Closing the loop: commission adopts ambitious new circular economy package to boost competitiveness, create jobs and generate sustainable growth », 2 déc. 2015, [en ligne] https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_15_6203

Mathieu Fernandez, Corinne Blanquart, Patrick Nierat, Éric Verdeil, « Renouvellement urbain et optimisation du métabolisme : une équation complexe », *flux*, 2019/2-3, n° 116-117, pp. 58-73.

Hugo Gasnier, *Construire en terres d'excavation, un enjeu pour la ville durable*, thèse de doctorat, université Grenoble-Alpes, 2019.

Jean-Marc Jancovici, *Énergie et changement climatique*, cours des mines, Mines ParisTech-psl, mai 2019, [en ligne] <https://www.youtube.com/watch?v=wqjsmmjmkoo>

Paul-Emmanuel Loiret et Serge Joly, *Terres de Paris. De la matière au matériau*, Paris, Éditions du pavillon de l'Arsenal, 2016.

J. Rockström, « Bounding the planetary future: why we need a great transition », *Great Transition Initiative*, 9, 2015, pp. 1-13.

Région Île-de-France/unité aménagement durable direction de l'environnement, service prévention et gestion des déchets, Predec, plan régional de prévention et de gestion des déchets issus des chantiers du bâtiment et des travaux publics, juin 2015, [en ligne] https://www.iledefrance.fr/sites/default/files/medias/2019/05/predec_adopte2015.pdf

Gilles Van Kote, « Le Grand Paris face à une montagne de déblais », *Le Monde*, 22 mars 2013.

NOTES

1. Mathieu Fernandez, Corinne Blanquart, Patrick Nierat, Éric Verdeil, « Renouvellement urbain et optimisation du métabolisme : Une équation complexe », *Flux*, 2019/2-3, n° 116-117, pp. 58-73.
2. Jean-Marc Jancovici, *Énergie et changement climatique*, cours des Mines, mai 2019.
3. IFSTTAR : Institut français des sciences et technologies, des transports, de l'aménagement et des réseaux.
4. Gilles Van Kote, « Le Grand Paris face à une montagne de déblais », *Le Monde*, 22 mars 2013.
5. L'exposition s'est tenue du 13 octobre 2016 au 8 janvier 2017. Voir le catalogue de l'exposition : Paul-Emmanuel Loiret et Serge Joly, *Terres de Paris. De la matière au matériau*, Paris, Éditions du Pavillon de l'Arsenal, 2016.
6. Cf. la thèse de Hugo Gasnier, en lien avec ces travaux : *Construire en terres d'excavation, un enjeu pour la ville durable*, université Grenoble-Alpes, 2019.
7. Expérimentation en partie financée par la Société du Grand Paris, via l'appel à projet de recherche « Le Grand Paris des déblais » (2017), dont l'agence d'architecture Joly & Loiret a été lauréate avec amàco, la briqueterie d'Allonnes et l'industriel ECT.
8. Source : Predec, État des lieux 2010.
9. Autour de 7 euros la tonne pour le seul stockage, il faut ainsi prévoir 3,5 milliards d'euros pour 500 millions de tonnes entre 2015 et 2030, et l'équivalent pour le transport. Soit un total de coût estimé à 7 milliards d'euros, hors coûts d'excavations.
10. 500 millions de tonnes de terres inertes extraites en quinze ans ce sont 25 millions d'aller-retours en camion-benne de 20 tonnes entre le chantier d'extraction et le site de stockage, soit 175 millions de litres de gasoil pour un aller-retour de 20 km en moyenne à 35 l/100 km.
11. Appréciations techniques expérimentales.
12. L'UIA est une initiative européenne soutenant la mise en œuvre de solutions urbaines locales dans une approche expérimentale.
13. Agnès Bastin, Éric Verdeil, *L'émergence d'une politique publique des terres en Île-de-France. Réflexions à partir du cas de Cycle Terre*, dans Bernard Landau et Youssef Diab (dir.), *La terre dans tous ses états*, Paris, Presses des Ponts, 2021.
14. <https://www.cycle-terre.eu/webinar-construire-avec-les-materiaux-cycle-terre/>
15. Commission européenne, Frans Timmermans, vice-président responsable du Développement durable, 2015.
16. N. M. Bocken, I. de Pauw, C. Bakker, B. van der Grinten, « Product design and business model strategies for a circular economy », *Journal of Industrial and Production Engineering*, 33 (5), 21, pp. 308-320.

RÉSUMÉS

Dans les grandes métropoles mondiales, des millions de tonnes de terres sont excavées chaque année par les travaux d'aménagement et de construction. Cette terre de déblai, considérée au sens réglementaire comme un rebut de chantier, est orientée en grande majorité dans des installations de stockage de déchets inertes (ISDI). À Sevran, le projet Cycle Terre a pour vocation de recycler une partie de cette terre en la considérant *a contrario* comme une ressource noble et locale pour construire le Grand Paris de demain, tout en visant la formation et l'évolution des réglementations permettant la mise en œuvre des systèmes constructifs *ad hoc* à l'échelle urbaine. La construction de la fabrique Cycle Terre, financée notamment par l'Europe, produira à partir de septembre 2021, en circuit court, une gamme de produits écosourcés issus de cette ressource de récupération, comme des panneaux d'argile, des blocs de terre crue (BTC) ou des enduits muraux. Ces nouvelles filières de matériaux peuvent amener à changer le paradigme de la conception architecturale et urbaine.

In the world's major cities, millions of tons of soil are excavated each year as part of development and construction work. This natural excavated soil, considered in the regulatory sense as waste, is mostly directed to storage facilities (landfills). In Sevran, the Cycle Terre project aims to recycle part of this noble and local resource to build the « Grand Paris » of tomorrow while targeting the formation and evolution of regulations allowing the implementation of *ad hoc* construction systems on an urban scale. The construction of the « Earth Cycle Factory », funded by Europe and the Ile de France Region, will produce from September 2021, in a short circuit, a range of eco-sourced materials from this recovered resource such as clay panels, mud bricks or wall plaster. These new material sectors should lead to a change in the paradigm of architectural and urban design.

INDEX

Mots-clés : Conception en terre crue, Construction en terre crue, Recyclage, Déblais, Cycle de la matière, Ressource, Matériaux géo-sourcés, Matériaux éco-sourcés, Matériaux bio-sourcés, Matériaux naturels de construction

Keywords : Recycling, Spoil, Material Cycle, Resource, Natural Materials

AUTEUR

PAUL-EMMANUEL LOIRET

Architecte, maître de conférences, enseignant-chercheur à l'École nationale supérieure d'architecture de Versailles (Laboratoire LEAV, axe matières à expérimentation). Paul-Emmanuel Loiret est responsable d'un séminaire et d'un atelier de master 1 & 2 « L'Atelier du Limousin » (coconcevoir/coconstruire en milieu rural), dans lequel il mène une recherche-action de design écosystémique et de coconstruction en collaboration avec les laboratoires LEAV et EVCAU. Il est également président de Cycle Terre, la fabrique de matériaux en terre crue, et de MUE expériences, une structure d'études et construction ayant vocation à expérimenter des scénarios de mutations écologiques et sociales dans le domaine de l'aménagement des territoires habités post-carbone.
loiretpe@versailles.archi.fr